

# PENGARUH PARAMETER PROSES 3D PRINTING POLIMER TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPACT

Disusun Oleh :  
Setiawan Budi Wijaya  
211020200058

Dosen Pembimbing :  
Ir. Iswanto, ST. M.MT

# Pendahuluan

Teknologi 3D printing merupakan salah satu terobosan baru dalam dunia manufaktur. Prinsip ini menggunakan pemodelan berlapis, yang secara langsung mengubah data 3D dari desain berbantuan komputer (CAD) menjadi prototipe fisik.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui parameter yang sesuai agar mendapat hasil cetak sesuai standar ASTM untuk diuji tarik dan impact.



Gambar Mesin 3D Printing

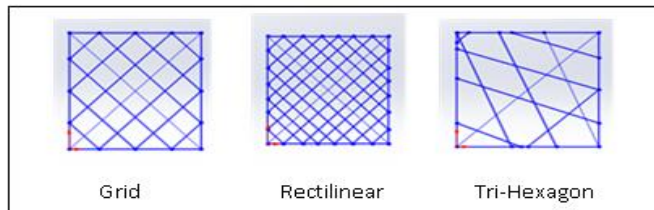
# Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, penelitian ini dapat dirumuskan suatu masalah yang relevan yaitu bagaimana pengaruh parameter proses 3D printing polimer terhadap kekuatan tarik dan impact.

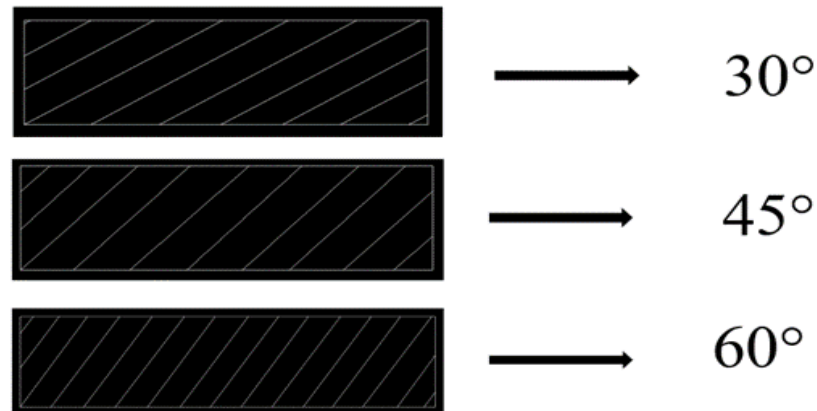
Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter proses 3D printing polimer terhadap kekuatan tarik dan impact. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk 3D printing dalam hal kekuatan bahan polimer.

# Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan dan banyaknya parameter-parameter untuk melakukan proses pencetakan dengan 3D printing. Maka permasalahan difokuskan pada pengaruh parameter infill pattern(Grid, Rectilinear, Tri-Hexagon), infill density(70,80,90), dan infill direction ( $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ) untuk melakukan proses pencetakan 3D.



Macam-macam infill pattern



Macam-macam infill direction

# Metodologi Penelitian

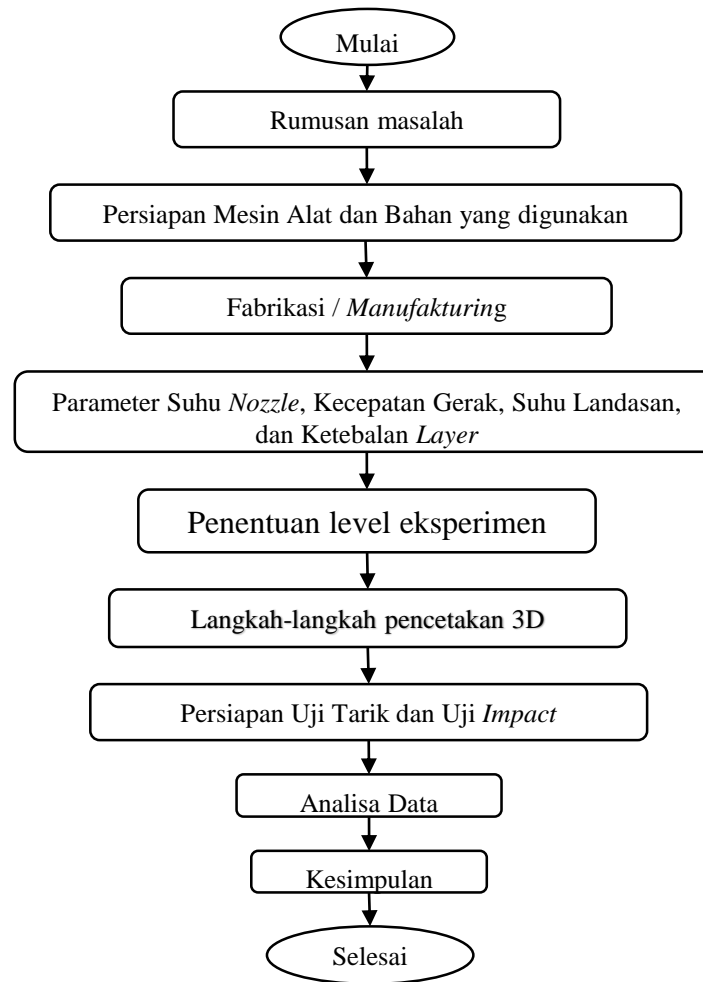
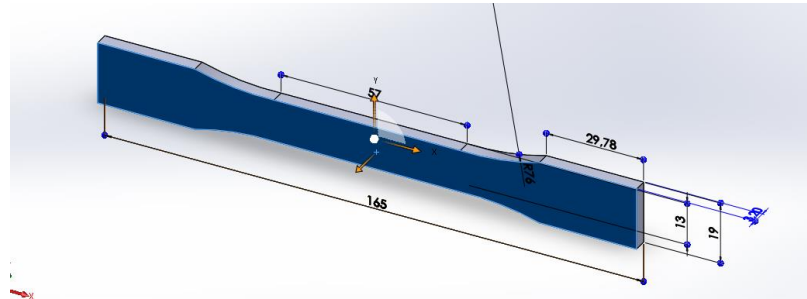


Diagram alir penelitian

# Alat dan Bahan

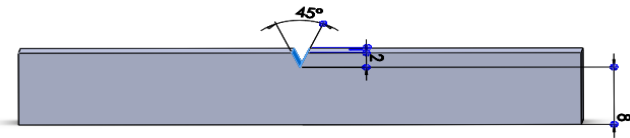
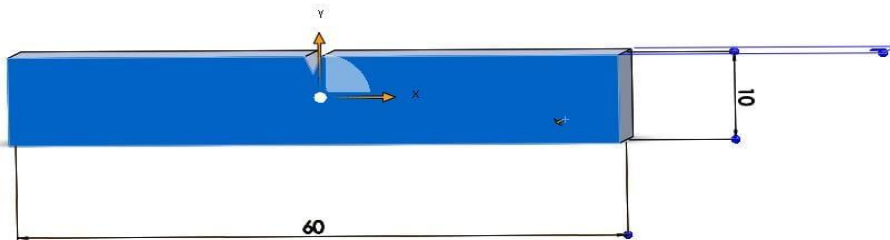
No	Nama	Gambar
1	Mesin 3D Printing Bambu Lab P1S	
2	Alat uji tarik Tarnogrocki	
3	Alat uji impact model charpy	
4	Bahan PLA Bambu lab	

# Fabrikasi/Manufakturing



Gambar spesimen uji tarik

Gambar diatas merupakan gambar spesimen uji tarik yang memiliki dimensi panjang 165 mm x lebar 19 mm dengan ketebalan 3,2 mm. Gambar ini disesuaikan dengan ASTM D638 sebagai standart pengujian tarik bahan polimer.



Gambar spesimen uji impact

Sedangkan untuk gambar spesimen uji impact memiliki ukuran panjang 60 mm x lebar 10 mm x tebal 10 mm. Gambar spesimen uji impact memiliki cekungan 45° dengan kedalaman 2 mm. Dimensi tersebut sudah sesuai dengan standart ASTM D256.

# Pengecekan suhu, kecepatan gerak, dan ketebalan layer

Sebelum melakukan proses pencetakan dengan 3D printing, perlu dilakukan pengecekan terhadap suhu nozzle, suhu landasan, kecepatan gerak, dan ketebalan layer.

Suhu nozzle	220°
Suhu landasan	55°
Tinggi lapisan	0,2 mm
Tinggi lapisan awal	0,2 mm
Initial layer	50 mm/s
Initial layer infill	105 mm/s
Outer wall	200 mm/s
Inner wall	300 mm/s
Small perimeters	50% mm/s or %
Sparse infill	270 mm/s
Internal solid infill	250 mm/s
Top surface	200 mm/s

Tabel diatas merupakan parameter suhu nozzle, suhu landasan, kecepatan gerak, dan ketebalan layer yang digunakan dalam penelitian ini.



# Penentuan level parameter

Pemilihan parameter proses yang berupa level eksperimen ini filamen yang digunakan adalah PLA Basic. Spesimen uji menggunakan parameter infill pattern dengan 3 level yaitu Grid, Rectilinear, dan Tri-Hexagon. Infill density yang digunakan 70, 80, dan 90. Sedangkan untuk infill direction menggunakan 30, 45, dan 60. Maka dari itu pencetakan ini menghasilkan 18 spesimen cetak, masing-masing 9 spesimen untuk uji tarik dan impact. Pada penentuan parameter ini menggunakan metode taguchi dengan bantuan software Minitab 17.

Spesime n	Infill Pattern	Infill Density	Infill Direction
1	Grid	70	30°
2	Grid	80	45°
3	Grid	90	60°
4	Rectilinear	70	45°
5	Rectilinear	80	60°
6	Rectilinear	90	30°
7	Tri-Hexagon	70	60°
8	Tri-Hexagon	80	30°
9	Tri-Hexagon	90	45°

Level parameter yang akan diuji

# Langkah-langkah pencetakan

Pada tahapan ini proses kalibrasi mesin 3D *Printing* dilakukan dengan memasang *bed*. Pada saat pembuatan objek 3D dengan menggunakan *software* solidworks 2016 dan selanjutnya file gambar 3D disimpan dalam format STL (\*.stl.). Setelah itu file tersebut diolah pada *software* Bambu Lab Studio dan pada tahap ini file dibuat dalam *layer by layer*. Selanjutnya pengecekan beberapa parameter seperti temperatur *nozzle*, suhu landasan, kecepatan gerak, ketebalan *layer* dan beberapa *infill* yang digunakan.

Tahap selanjutnya akan dilakukan pencetakan material uji tarik tarik berdasarkan standar ASTM D638 dan material uji *impact* dengan standar ASTM D256. Masing-masing material dicetak sebanyak 9 sampel menggunakan mesin 3D *Printing* Bambu Lab P1S.



hasil cetak spesimen uji tarik



hasil cetak speisemen uji impact

# Proses Uji tarik dan impact

Pada tahap uji tarik, spesimen bahan PLA yang telah dicetak menggunakan mesin 3D *Printing*, kedua penampangnya dijepit dengan posisi vertikal. Spesimen yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan ASTM D638. Proses uji tarik ini dilakukan dengan cara menarik spesimen hingga patah bertujuan untuk mengukur kekuatan tarik sebuah material.

Sedangkan pada tahap uji impact, spesimen bahan PLA yang telah dicetak menggunakan mesin 3D *Printing* ditelatakan dengan posisi horizontal. Spesimen yang digunakan pada penelitian ini sesuai ASTM D256 dan diuji dengan alat uji impact model *charpy*. Proses uji *impact* ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan material terhadap beban *impact*.



Proses Uji tarik

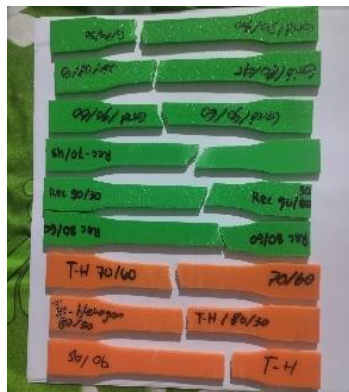


Proses uji impact

Pengambilan data penelitian ini dilakukan dengan cara mengkombinasikan parameter-parameter proses yang terdapat pada mesin 3D *printing*. Adapun parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *infill pattern*, *infill density*, dan *infill direction*.

# Lanjutan

Setelah dilakukannya pengujian tarik dan *impact* pada spesimen, didapat nilai kekuatan tarik dan *impact* yang bervariasi terhadap *infill* yang berbeda yaitu *infill pattern*, *infill density*, dan *infill direction*. *Infill pattern* yang digunakan yaitu *Grid*, *Rectilinear*, dan *Tri-Hexagon*. Untuk *infill density* yang digunakan yaitu 70, 80, 90. Sedangkan *infill direction* yang digunakan yaitu 30°, 45°, dan 60°. Spesimen ini pada saat pencetakan memiliki suhu *nozzle* dan suhu landasan yang sama yaitu 220° dan 55°. Suhu *nozzle* yang rendah dapat menyebabkan material susah meleleh dan tidak mendapat hasil yang maksimal. Suhu landasan juga sangat berpengaruh saat pencetakan, karena suhu landasan yang rendah dapat menyebabkan material mudah tergeser saat proses pencetakan.



Spesimen setelah diuji tarik



Spesimen setelah diuji impact

# Data Hasil Uji Tarik

Dalam penelitian ini telah dilakukan uji tarik sebanyak 9 spesimen. Setelah memiliki data hasil pengujian, data tersebut diolah untuk memperoleh parameter yang optimal serta berpengaruh terhadap kekuatan tarik.

Tabel hasil uji tarik

Spesimen	Infill Pattern	Infill Density	Infill Direction	Tegangan ( $N/mm^2$ )
1	Grid	70	30	18,327
2	Grid	80	45	7,397
3	Grid	90	60	11,354
4	Rectilinear	70	45	26,225
5	Rectilinear	80	60	1,743
6	Rectilinear	90	30	26,514
7	Tri-Hexagon	70	60	8,904
8	Tri-Hexagon	80	30	18,657
9	Tri-Hexagon	90	45	35,144

Keterangan: Lebar beban = 13 mm, Tebal beban = 3.2 mm.

Pada spesimen uji ke 9 dengan parameter *infill pattern Tri-Hexagon*, *infill density* 90, dan *infill direction* 45 menunjukkan kekuatan tarik tertinggi yaitu  $35,144 N/mm^2$ . Sedangkan pada spesimen uji ke 5 yang menggunakan parameter *infill pattern Rectilinear*, *infill density* 80, dan *infill direction* 60 menunjukkan kekuatan tarik terendah yaitu  $1,743 N/mm^2$ .

# Data hasil uji impact

Dalam uji *impact* ini telah dilakukan uji sebanyak 9 kali dengan menggunakan alat uji *impact* model *charpy*. Data yang diperoleh tersebut diolah untuk memperoleh parameter yang optimal serta berpengaruh terhadap kekuatan *impact*.

Hasil Uji Impact

Sp es i m en	Infill Pattern	Infill Density	Infill Direction	Sudut Awal ( $\alpha$ )	Sudut Akhir ( $\beta$ )	E (Joule)	HI (Joule/mm <sup>2</sup> )
1	Grid	70	30	90	80,7	7,856	0,130
2	Grid	80	45	90	80,5	8,052	0,134
3	Grid	90	60	90	80,6	7,954	0,132
4	Rectilinear	70	45	90	88,9	0,927	0,015
5	Rectilinear	80	60	90	89,5	0,390	0,006
6	Rectilinear	90	30	90	89,5	0,390	0,006
7	Tri-Hexagon	70	60	90	79,8	8,637	0,143
8	Tri-Hexagon	80	30	90	88,6	1,171	0,019
9	Tri-Hexagon	90	45	90	89,8	0,146	0,002

Keterangan: Berat pendulum = 8,3 kg, Lengan pengayun = 0,6 m.

Pada spesimen uji *impact* ke 7 yang menggunakan parameter *infill pattern* *Tri-Hexagon*, *infill density* 70, dan *infill direction* 60° menunjukkan energi *impact* dan harga *impact* tertinggi yaitu 8,637 Joule dan harga *impact* 0,143 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan pada spesimen uji ke 5 dan 6 yang menggunakan parameter *infill pattern* *Rectilinear*, *infill density* 80, dan 90 serta *infill direction* 60° dan 30 memiliki nilai terendah yang sama yaitu 0,390 Joule dan harga *impact* 0,006 J/mm<sup>2</sup>.

# Kesimpulan dan saran

## A. Kesimpulan

Dari pembahasan yang dilakukan pada tahapan analisa dan pengujian pada seluruh spesimen dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji ke 9 yaitu memiliki kekuatan tarik dengan tegangan  $35,144 \text{ N/mm}^2$  dengan parameter infill pattern *Tri-Hexagon*, *infill density* 90, dan *infill direction* 45.
2. Sedangkan pada spesimen uji ke 5 yang menggunakan parameter *infill pattern Rectilinear*, *infill density* 80, dan *infill direction* 60 menunjukkan kekuatan tarik terendah yaitu  $1,743 \text{ N/mm}^2$ .
3. Pada spesimen uji *impact* ke 7 yang menggunakan *infill pattern Tri-Hexagon* dengan *infill density* 70 dan *infill direction* 60 menunjukkan energi *impact* dan harga *impact* tertinggi yaitu 8,637 Joule dan harga *impact*  $0,143 \text{ J/mm}^2$ .
4. Sedangkan pada spesimen uji *impact* ke 5 dan 6 yang menggunakan *infill pattern Rectilinear*, *infill density* 80, dan 90 serta *infill direction* 60 dan 30 memiliki nilai terendah yang sama yaitu 0,390 Joule dan harga *impact*  $0,006 \text{ J/mm}^2$ .
5. Kekuatan tarik dan *impact* pada spesimen uji material PLA Basic Bambu Lab dipengaruhi oleh beberapa variasi *infill pattern*, *infill density*, dan *infill direction*. Temperatur *nozzle* juga berpengaruh pada saat pencetakan, dikarenakan suhu *nozzle* yang terlalu rendah dapat menyebabkan material susah meleleh dan dapat mempengaruhi hasil cetak yang kurang maksimal.

## B. Saran

Pada penelitian ini masih terdapat hal-hal yang perlu diperbaiki agar penelitian ini menjadi lebih baik kedepannya. Saran untuk penelitian ini yaitu agar dilakukan pengujian lebih lanjut dikarenakan masih banyak parameter yang bisa diuji untuk ditentukan nilai kekuatan tarik dan *impact*nya. Seperti *infill pattern* yang memiliki beberapa macam untuk dicetak serta variasi suhu *nozzle* yang dapat divariasikan untuk menguji kekuatan pada material cetak.

# Ucapan

## Terima kasih